

АНАЛИЗА ОПТЕРЕЂЕЊА КУПАЦА У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ

Д. Муратовић, Матично предузеће МХ ЕРС Требиње, Република Српска

Ј. Лажетић, Матично предузеће МХ ЕРС Требиње, Република Српска

И. Дерикучка, Матично предузеће МХ ЕРС Требиње, Република Српска

УВОД

Цијену електричне енергије, у условима успостављања и либерализације тржишта електричне енергије неопходно је оптимизовати и учинити је прихватљивом за све учеснике у ланцу, од произвођача до крајњег купца, којем је тржиште окренуто.

Оптимизовати је, значи исто што и објективно сагледати све трошкове који је одређују, али и познавати потребе, навике и понашања купаца електричне енергије у погледу њеног трошења, те развијати такав тарифни систем који ће подстицати на уравнотежење потрошње у времену.

За анализе са тим циљем, неопходно је моделовати карактеристичне профиле оптерећења.

Анализом оптерећења купаца у Републици Српској, МХ „Електропривреда РС“ се бави у посљедње двије године. Проведена су четири седмодневна циклуса мјерења и прикупљања података. Значајно је нагласити да су искуствена сазнања о карактеристикама потрошње у вријеме карактеристичних сезонских периода (сезона гријања, државних или вјерских празника, прољетни или љетни период) била одлучујући фактор при одређивању временских периода у којима су мјерења проведена.

КЛАСИФИКАЦИЈА КУПАЦА

Први корак, након доношења одлуке о почињању процеса анализе оптерећења и моделовања карактеристичних кривих оптерећења, подразумијевао је потребу за препознавањем карактеристичних група купаца и начина одабира узорка који ће послужити као основ за провођење анализе.

Подјела на двије основне категорије купаца се сама по себи наметнула као логична. Ријеч је о сврставању купаца у категорије Домаћинства и Остала потрошња. Унутар двије основне категорије, за потребе анализе, извршено је разврставање купаца у подкатегије, при чему је кориштен принцип расподеле близак ЕУРОСТАТ-овој подјели.

Купци из категорије Домаћинства сврстани су у сљедеће подкатегије:

- крајњи купци у градском подручју (претежно колективно становање) са системом даљинског гријања;
- крајњи купци у градском подручју (претежно колективно становање) без система даљинског гријања;
- крајњи купци у приградском подручју (претежно индивидуални стамбени објекти) који електричну енергију користе за загријавање стамбеног простора;

- крајњи купци у приградском подручју (претежно индивидуални стамбени објекти) који за загријавање стамбеног простора користе друге енергенте;
- крајњи купци у сеоском подручју (претежно индивидуални стамбени објекти) који електричну енергију користе за загријавање стамбеног простора;
- крајњи купци у сеоском подручју (претежно индивидуални стамбени објекти) који за загријавање стамбеног простора користе друге енергенте.

Купци из категорије Остала потрошња на ниском напону, сврстани су у сљедеће подкатеорије:

- мали производни погони;
- трговина и занатство;
- угоститељство (хотели прикључени на нисконапонску дистрибутивну мрежу, ресторани, кафићи);
- услужна дјелатност (фризерски салони, козметички салони, хемијске чистионе, ауто-праонице...);
- административне службе (службе локалне управе, административне службе јавних предузећа, пословнице и представништва републичких организација и институција);
- банке;
- здравствене институције (домови здравља, амбуланте, домови за стара и изнемогла лица);
- васпитно-образовни, културни, спортски и вјерски објекти;
- водовод (пумпна постројења);
- топлотне подстанице;
- остали неспецифицирани купци.

Јавна расвјета је издвојена из обје посматране категорије купаца и посматра се засебно у односу на њих.

Током четвртог циклуса анализе оптерећења, узорак је обухватио и крајње купце на средњем напону 10 kV.

ОДАБИР УЗОРКА

Статистички метод узорковања одабран је као најподеснији у поступку одабира купаца укључиваних у узорак.

Одабиром величине узорка, циљ је био обезбиједити његову репрезентативност, при чему је могућност узорковања била ограничена на купце са мјерним уређајима укљученим у систем даљинског управљања. На дан 31.12.2011. године, такви купци чинили су око 4% укупног броја купаца у Републици Српској.

Мјерења и анализе вршени су на основу расположивих података са што већег броја мјерних мјеста, а сама репрезентативност узорка на бази којег су вршене анализе провјеравана је у поступку валидације резултата проведених анализа.

Репрезентативност узорка провјеравана је на бази познатих варијабли карактеристичних како за узорак, тако и за категорију потрошача у цјелини.

При томе су нам били познати:

- N – укупан број купаца у посматраној категорији (Домаћинства или Остала потрошња);
- n – број купаца у одабраном узорку из посматране категорије (Домаћинства или Остала потрошња);
- μ – средња вриједност укупне годишње потрошње (kWh) посматране категорије купаца.

На бази горе наведених параметара извршен је прорачун стандардне девијације σ за сваку од посматраних категорију купаца, користећи се при томе сљедећом формулом:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}$$

Користећи се формулом за израчунавање максимално дозвољене грешке:

$$r = \left(\frac{\sigma}{\mu} \right) \cdot \frac{z}{\sqrt{n}}$$

израчуната је грешка за посматране категорије купаца. Одабрани интервал поузданости је 95%, чиме је одређена вриједност стандардне нормал варијабле $z = 1,960$.

Број купаца укључених у узорак се разликовао од циклуса до циклуса, при чему је за четврти циклус мјерења, провјером утврђено да за категорију купаца Домаћинства, израчуната вриједност максимално дозвољене грешке износи $r = 3,19\%$.

Стандардне вриједности максимално дозвољене грешке (фактора прецизности), код оваквих анализа, крећу се у интервалу од 0,05 (5%) до 0,2 (20%), те се може рећи да је одабрани узорак купаца из категорије Домаћинства репрезентативан и да се проведене анализе и њихови резултати могу сматрати поузданим.

За купце из категорије Остала потрошња на ниском напону без мјерења снаге, на исти начин израчуната вриједност максимално дозвољене грешке износи $r = 13,75\%$. То указује на чињеницу да је одабрани узорак из ове категорије, у односу на узорак из категорије Домаћинства, нешто лошији у погледу његове репрезентативности, што и резултате проведених анализа чини мање поузданим.

У табели 1. дат је преглед броја купаца обухваћених узорком, који је послужио као основ за мјерење и анализе током четири до сада проведена циклуса.

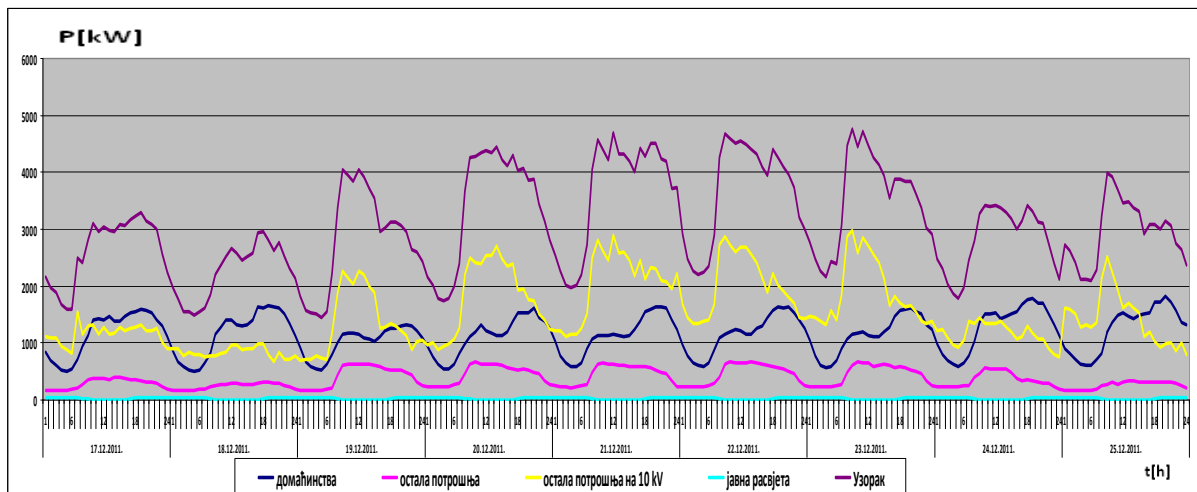
Табела 1. - Број купаца обухваћених узорком по категоријама и проведеним циклусима

Број купаца									
Домаћинства					Остала потрошња на 0,4 kV				
	XII 2011.	VIII 2011.	IV 2011.	XII 2010.		XII 2011.	VIII 2011.	IV 2011.	XII 2010.
Градско са даљинским гријањем	757	816	1.110	1.229	Административне службе	18	22	23	31
					Трговине и занаство	59	49	45	52
Градско без даљинског гријања	689	102	574	555	Услужна дјелатност	16	8	9	12
					Угоститељство	19	19	17	22
					Топлотне подстанице	3	3	4	9
Приградско са гријањем на ел. ен.	32	241	162	0	Банке	2	4	2	0
					Мала производна предузећа	5	4	3	0
Приградско без гријања на ел. ен.	193	270	363	306	Водовод	3	4	1	0
					Здравствене институције	3	3	1	0
Сеоско са гријањем на ел. ен.	0	1	1	0	Васпитно-образовани, културни, спортски и вјерски објекти	5	4	4	0
Сеоско без гријања на ел. ен.	253	368	478	383	Остали неспецифицирани купци	18	17	12	18
УКУПНО	1.924	1.798	2.688	2.473	УКУПНО	151	137	121	144

РЕЗУЛТАТИ АНАЛИЗЕ ПРИКУПЉЕНИХ ПОДАТАКА

Профили оптерећења

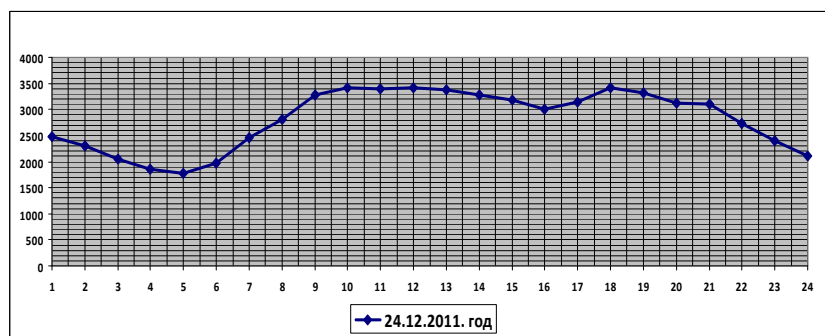
На бази прикупљених података, израђен је дијаграм оптерећења на нивоу узорка по категоријама купаца за посматрани временски период.



Слика 1 - Дијаграм оптерећења на нивоу узорка за период 17-25.12.2011. године

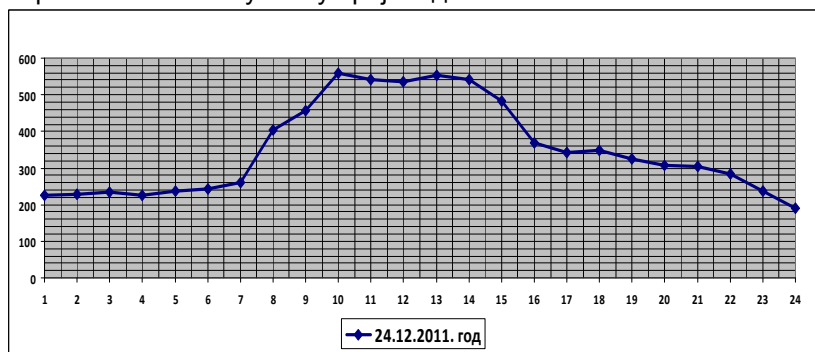
Анализом претходних дијаграма, уочавају се различити профили оптерећења, при чему се купци из категорија домаћинства карактеришу постојањем пријеподневног и вечерњег максимума, а купци из категорије остала потрошња са максимумом који се остварује у пријеподневним сатима. Такође, уочава се постојање различитих профила оптерећења током радних дана, у односу на дане викенда.

Карактеристичан дневни дијаграм оптерећења купаца из категорије домаћинства, за дан са максималним оптерећењем током четвртог циклуса анализе, 24.12.2011. године, дат је на следећој слици.



Слика 2 – Дневни дијаграм оптерећења купаца из категорије домаћинства на дан 24.12.2011. године

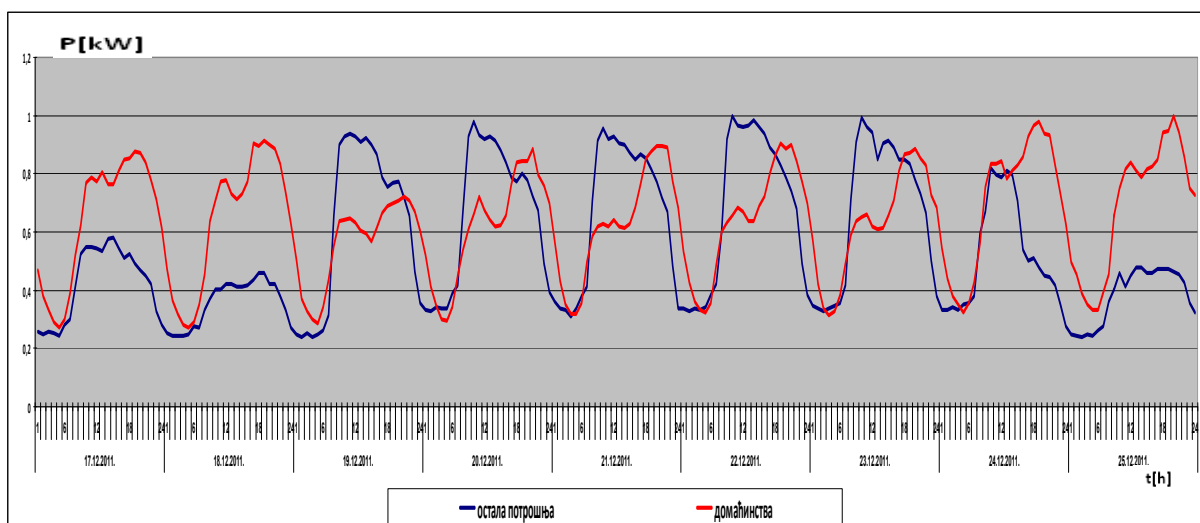
Са друге стране, карактеристичан дневни дијаграм оптерећења купаца из категорије остала потрошња на ниском напону, за исти посматрани дан, показује знатно другачији профил оптерећења са израженим максимумом у пријеподневним сатима.



Слика 3 – Дневни дијаграм оптерећења купаца из категорије остала потрошња на НН на дан 24.12.2011. године

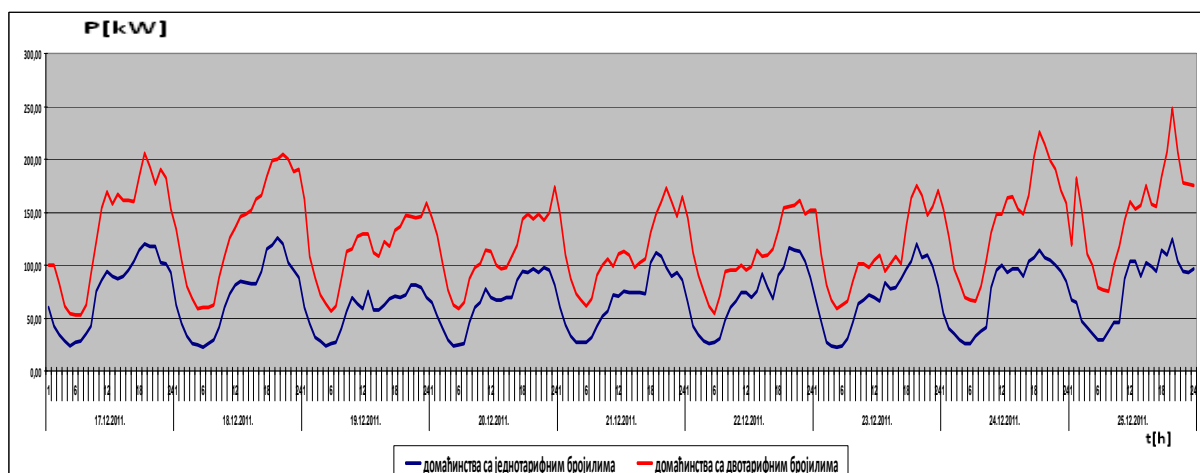
Нормализовани дијаграми оптерећења купаца из категорије домаћинства и остала потрошња на ниском напону за посматрани период, указују на очигледну разлику профила оптерећења,

при чему у оба случаја минималне вриједности оптерећења износе око 30% максималних вриједности.



Слика 4 – Нормализовани дијаграми оптерећења - домаћинства и остала потрошња

Уколико се анализира профил оптерећења купаца из категорије домаћинства са једнотарифним и двотарифним мјерењем, уочава се да не постоји значајнија разлика у начину преузимања електричне енергије у периодима веће и мање дневне тарифе.



Слика 5 - Дијаграми оптерећења купаца са једнотарифним и двотарифним мјерењем потрошње

На основу профила оптерећења приказаних на Слици 5, закључује се да купци са двотарифним мјерењем нису на одговарајући начин реаговали на цјеновни подстицај у виду двоструко ниже цијене електричне енергије током периода важења мање дневне тарифе.

Нумерички параметри анализе оптерећења

Када је ријеч о нумеричким параметрима добијеним анализом оптерећења, као најзначајнији издвојени су:

- максимално оптерећење (система, категорије, подкатегије) - P_{max} ;
- просјечно оптерећење по купцу у вријеме максималног оптерећења система – $P_{sr}/\text{купцу}$;
- вријеме оствареног максималног оптерећења (система, категорије, подкатегије);
- фактор једновремености категорије у односу на систем (релативни однос оптерећења категорије при максималном оптерећењу система и максималног оптерећења категорије).

Основни параметри анализе, упоредно за сва четири проведена циклуса мјерења, дати су у табелама које слиједе.

Табела 2. - Остварено максимално оптерећење

Категорије	P _{max} (kW)			
	XII 2011.	VIII 2011.	IV 2011.	XII 2010.
Конзум РС са преносне мреже	705.967,08	487.266,56	537.683,82	616.407,98
	P _{sr} (kW)/купцу *			
Конзум РС на нивоу узорка	2,27	0,80	0,72	1,14
Домаћинства	0,95	0,63	0,7	1,11
Остала потрошња 0,4 kV	4,51	3,12	1,75	2,03
Остала потрошња на 10 kV	198,61	-	-	-
Јавна расвјета	7,34	5,13	5,76	7,52

* Подаци се односе на вријеме максималног оптерећења система

Табела 3. -Вријеме оствареног максималног оптерећења

Категорије	Вријеме максималног оптерећења			
	XII 2011.	VIII 2011.	IV 2011.	XII 2010.
Конзум РС са преносне мреже	24.12. (17-18)h	18.08. (20-21)h	23.04. (20-21)h	21.12. (17-18)h
	Вријеме максималног оптерећења			
Конзум РС на нивоу узорка	23.12. (08-09)h	18.08. (20-21)h	23.04. (20-21)h	21.12. (19-20)h
Домаћинства	25.12. (19-20)h	18.08. (20-21)h	23.04. (20-21)h	21.12. (19-20)h
Остала потрошња 0,4 kV	22.12. (09-10)h	19.08. (13-14)h	18.04. (08-09)h	20.12. (09-10)h
Остала потрошња на 10 kV	23.12. (08-09)h	-	-	-
Јавна расвјета	17.12. (04-05)h	17.08. (00-01)h	23.04. (22-23)h	26.12. (05-06)h

Табела 4. -Фактор једновремености у односу на систем

Конзум РС на нивоу узорка	0,718	1,000	1,000	0,957
Домаћинства	0,965	1,000	1,000	0,942
Остала потрошња 0,4 kV	0,513	0,959	0,475	0,836
Остала потрошња на 10 kV	0,434	-	-	-
Јавна расвјета	0,719	0,705	0,905	0,938

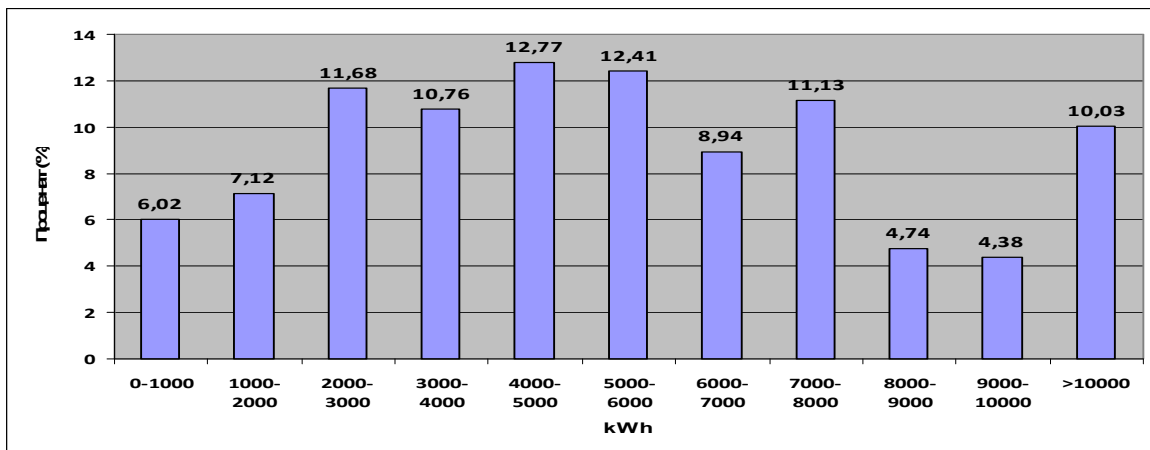
Анализом претходно наведених табела, може се уочити да се максимално оптерећење система дешава у вечерњим сатима, уз доминантан утицај купаца из категорије домаћинства чији је фактор једновремености близак јединици. Са друге стране, купце из категорије остала потрошња карактерише знатно нижа вриједност фактора једновремености у односу на систем, са израженом зависношћу од типа дана у коме се дешава максимално оптерећење система (радни дан, викенд).

Просјечно оптерећење по купцу из категорије домаћинства у вријеме максималног оптерећења система у зимском периоду износи око 1 kW.

Статистичка анализа остварених оптерећења

На основу измјерених и обрађених података о оптерећењима купаца из различитих категорија, извршена је статистичка обрада остварених оптерећења на нивоу узорка.

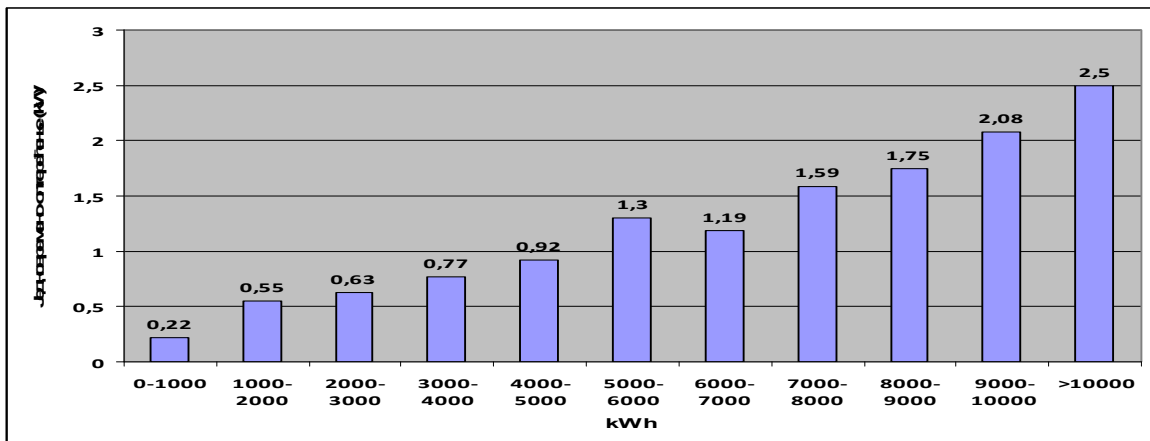
На следећој слици приказана је статистичка расподјела годишње потрошње купаца из категорије домаћинства.



Слика 6 - Статистика расподеле годишње потрошње - домаћинства

Анализа претходног графика, указује на чињеницу да је највећи број купаца из категорије домаћинства остварио годишњу потрошњу у распону 4.000 до 5.000 kWh (12,77 %). Потрошњу од 9.000 до 10.000 (4,38 %) остварио је најмањи број купаца у посматраном узорку. Годишњу потрошњу од 0 до 1.000 kWh остварило је 6,02 % купаца, док их је 10,03 % потрошило преко 10.000 kWh.

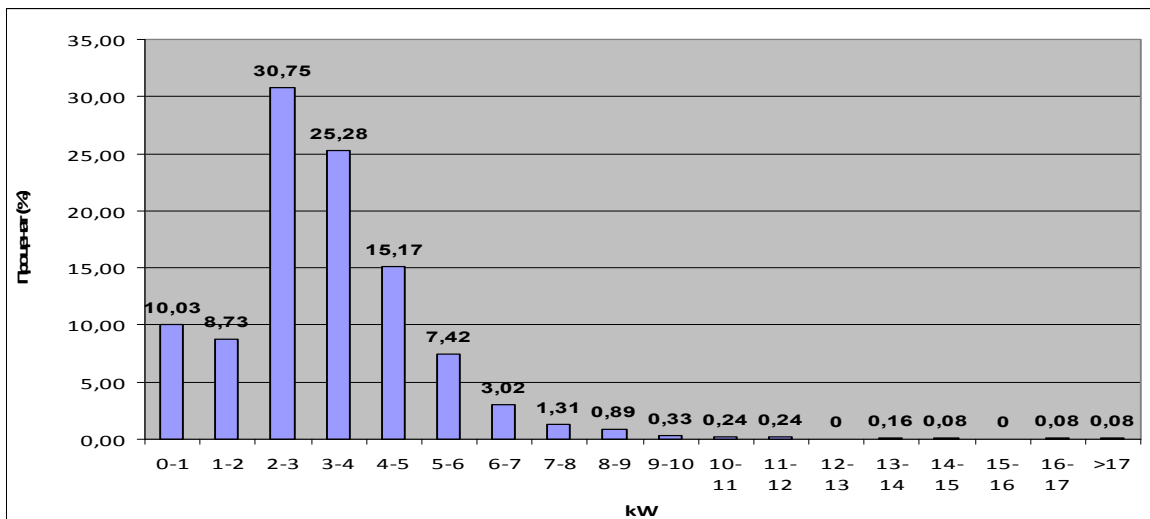
На следећој слици приказана је зависност просјечног оптерећења по купцу при максималном оптерећењу система од остварене годишње потрошње, за купце из категорије домаћинства.



Слика 7 - Зависност учешћа у максималном оптерећењу система од годишње потрошње - домаћинства

Очекивано, највеће просјечно оптерећење у вријеме максималног оптерећења система имају купци чија је годишња потрошња већа од 10.000 kWh, док је најмање учешће купаца чија се потрошња креће у границама од 0 до 1.000 kWh.

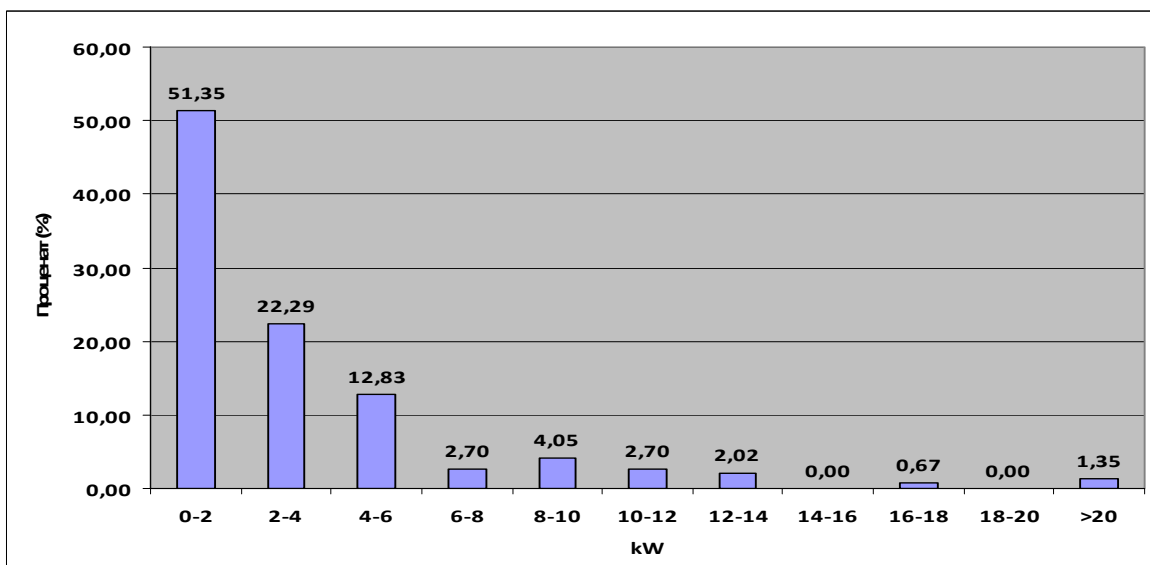
На основу података о максималним сатним неједновременим оптерећењима купаца из категорије домаћинства и остала потрошња без мјерења снаге утврђена је статистика расподеле на бази које се могу сагледати индивидуалне потребе купаца из припадајућих категорија.



Слика 8- Статистика расподеле максималних сатних неједновремених оптерећења - домаћинства

Анализирајући максимална сатна неједновремена оптерећења, уочава се да је највећи број купаца из категорије домаћинства, њих 30,75 %, остварило максимално сатно оптерећење у вриједности 2 до 3 kWh/h. Максимално сатно оптерећење преко вриједности од 9 kWh/h остварио је значајно мањи број купаца. Оптерећење преко 17 kWh/h забиљежено је код свега 0,08 % купаца

Статистика расподеле максималних сатних неједновремених оптерећења купаца из категорије остала потрошња на НН без мјерења снаге, приказана је на следећој слици.



Слика 9- Статистика расподеле максималних сатних неједновремених оптерећења – остала потрошња на НН без мјерења снаге

Анализом података наведених на Слици 9, уочава се да је највећи број купаца, њих 51,35 %, остварило максимално сатно оптерећење у вриједности 0 до 2 kWh/h.

Максимално сатно оптерећење преко вриједности од 10 kWh/h остварио је значајно мањи број купаца. Оптерећење преко 17 kWh/h забиљежено је код свега 1,35 % купаца

ЗАКЉУЧАК

Имајући у виду да је ријеч о првим корацима у правцу систематизације, како активности на прикупљању резултата мјерења, тако и на успостављању базе статистичких података на основу којих се могу вршити жељене анализе и моделовати карактеристични профили оптерећења, до

сада проведене активности и резултати извршених анализа, могу се сматрати задовољавајућим.

Већ одабрани узорак се може користити и у даљим анализама, при чему је посебно значајно нове купце укључити у узорак издвојен из категорије Остала потрошња на ниском напону (без мјерења снаге), како би била остварена захтијевана тачност и репрезентативност добијених података.

У узорку издвојеном из категорије Домаћинства, потребно је обезбиједити задовољавајући ниво репрезентативности подкатегија дефинисаних према начину мјерења (једнотарифно и двотарифно), што је посебно значајно са аспекта разматрања оптималног дизајна тарифа и ценовног подстицаја којим се стимулише равномјерно и рационално трошење електричне енергије.

Подаци добијеним анализом од пресудног су значаја за дизајн тзв. мрежних тарифа, при чему омогућавају и даљи развој тарифног система.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон о електричној енергији Републике Српске, пречишћени текст (Сл. гласник РС бр. 8/08)
2. Општи услови за испоруку и снабдијевање електричном енергијом (Регулаторна комисија за енергетику Републике Српске Сл. гласник РС бр. 85/08).
3. Load research manual, Association of Edison Illuminating Companies. Load Research Committee, 2001.
4. Анализа оптерећења купаца у Републици Српској I циклус мјерења децембар 2010. године, МХЕРС – Матично предузеће а.д. Требиње, Дирекција за дистрибуцију
5. Анализа оптерећења купаца у Републици Српској II циклус мјерења април 2011. године, МХЕРС – Матично предузеће а.д. Требиње, Дирекција за дистрибуцију
6. Анализа оптерећења купаца у Републици Српској III циклус мјерења август 2011. године, МХЕРС – Матично предузеће а.д. Требиње, Дирекција за дистрибуцију
7. Анализа оптерећења купаца у Републици Српској IV циклус мјерења децембар 2011. године, МХЕРС – Матично предузеће а.д. Требиње, Дирекција за дистрибуцију
8. Правилник о Електроенергетском билансу, Министарство индустрије, енергетике и рударства Републике Српске (Сл. гласник РС бр. 102/10)
9. Energy Statistics Manual, International Energy Agency, EUROSTAT, France, September 2004.

*мр Далибор Муратовић, дипл.ел.инг., Тел:+38759 277 187, Фак:+387 59 277 170;
Јагода Лажетић, дипл.ел.инг., Тел:+38759 277 110, Фак:+387 59 277 170;
Илија Дерикучка, дипл.ел.инг., Тел:+38759 277 172, Фак:+387 59 277 172;*